

簡易な塩化物イオン量測定方法の開発

－ドリル径およびコア径を変えた場合－

日大生産工（院） ○美田町 雅弘 日大生産工 湯浅 昇
 元日大生産工 笠井 芳夫 琉球大学 山田 義智

1. はじめに

海岸地域に建造されたコンクリート構造物では、海風によって運ばれる飛来塩分などによる鉄筋の腐食や、それに伴うコンクリートの表面剥離など、塩害による劣化問題とされ、さらなる研究、維持保全上の対策が必要である。

硬化コンクリート中の塩化物イオンを測定していく方法は、JIS A 1154 や JCI 法などといった方法がある。これらの試験方法は、分析試料の採取・調整や試験方法が複雑で、多くの時間を要するため試験結果を求めるのに多くの時間と手間がかかってしまう。また、飛来塩分などの影響を受けた実構造物の塩害被害を調査する方法として、既往の研究¹⁾で提案されたドリル削孔粉を全量採取する方法や JIS A 1107「コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮強度試験方法」に準じコアを採取する方法がある。

表-1 コンクリートの使用材料

	W/C (%)	
	60	80
セメント	普通ポルトランドセメント ($\rho=3.16$)	
細骨材	大井川産砂 ($\rho=2.62$)	
粗骨材	大井川産砂利 ($\rho=2.66$)	
水	習志野市水道水 ($\rho=1.00$)	
混和剤	P社製No. 70、P社製303A	

しかしドリル削孔粉を用いた場合、既往の研究¹⁾により、コアは骨材に関係なく採取が可能だが、ドリルの刃は、塩化物イオンの浸透しやすいセメントペースト部に沿って削る傾向があるため、ドリルとコアにおいて塩化物イオン量に差が生じる²⁾。

そこで本報告は、塩分浸漬乾燥5サイクルの結果に基づき、ドリル径とコア径を変えた場合の全塩化物イオン量測定に及ぼす影響を検討し、さらに標準サイズであるコア径 100 mm よりコアおよびドリルにおいて小さい径で全塩化物イオン量の測定方法を検討するものである。

2. 実験概要

2-1. 供試体の作製

表-1 にコンクリートの使用材料、表-2 に促進用供試体の本数、表-3 に調査表を示したものである。コンクリート構造物の壁を模擬した 300×300×150 mm の鋼製型枠を使用した。

表-2 促進用試験体本数

形状および寸法(mm)	サイクル	W/C=60%	W/C=80%
300×300×150	5	3	3
	10	3	3
	20	3	3

表-3 調査表

水セメント比 (%)	粗骨材の最大寸法 (mm)	細骨材率 (%)	単位水量 (kg/m ³)	絶対容積 (ℓ/m ³)			質量 (kg/m ³)			混和剤使用量 (g/m ³)	スランプ (cm)	空気量 (%)
				セメント	細骨材	粗骨材	セメント	細骨材	粗骨材			
60	25	47.5	185	97	319	353	308	836	939	2.76	21.0	4.5
80	25	47.4	185	73	330	367	231	865	976	1.78	22.0	4.8

Development of rapid testing method for chloride content in concrete

-Effect of drill diameter and core diameter-

Masahiro BIRUMACHI, Noboru YUASA Yoshio KASAI and Yoshitomo YAMADA

2-2. 供試体の養生および施工

供試体打設後、材齢 2 日経過時に、300×300 mm の暴露面 2 面は、ビニールシートで覆い、図-1 に示すように供試体 300×150 mm の 4 面をウレタン樹脂を塗布した。その後、材齢 3 日にビニールシートを剥がし、恒温恒湿室 (20℃、R.H.60%) にて 300×300 mm の面 2 面を開放し、気中養生を行った。

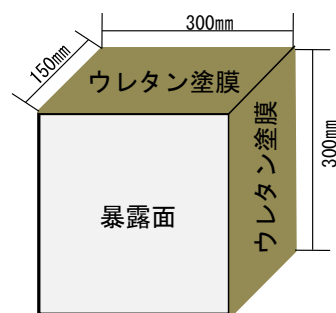


図-1 供試体概要

2-3. 塩分浸漬乾燥試験機

材齢 28 日になった時点で、供試体を塩分浸漬乾燥試験機に入れ、1 サイクルを乾燥過程 4 日 (96 時間)、浸漬過程 3 日 (72 時間) として、5 サイクルまで行った。試験条件を表-4 に示す。

表-4 試験条件

塩分浸漬試験機	1サイクルの条件	乾燥過程 4日 (96時間) 浸漬過程 3日 (72時間)
	温度条件	50℃
	塩分濃度	3%
	サイクル数	5、10、20

コンクリート削孔粉の拡散防止のためのカバー
コンクリート用ドリル刃



図-2 ドリル削孔粉の試料採取方法

2-4. ハンマードリルを用いたドリル削孔粉の採取方法および試料調整

本研究は、φ 6 (D6)、φ 10 (D10)、φ 15 (D15)、φ 20 (D20)、φ 25 (D25)、φ 30 (D30) mm のドリル刃を用いて H 社製のハンマードリルで暴露面から深さ 1 cm ごと最高 8 cm までコンクリート削孔粉を採取した。また、図-2 に示すようにハンマードリルにコンクリート削孔粉を全量採取するためにカバーを取り付けた。その後、振動ミルで 150 μm 以下の微粉末化し、鉄粉を取り除いた。

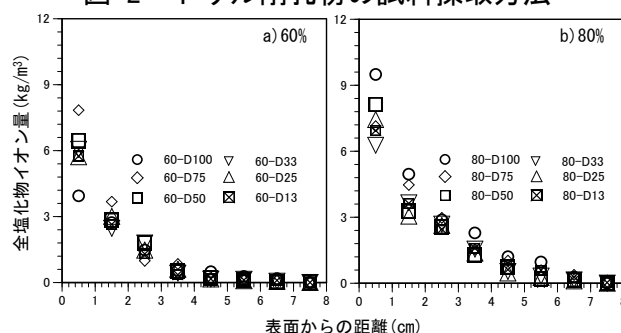


図-3 ドリルにおけるコンクリート表面からの全塩化物イオン量

2-5. コアドリルを用いたコア供試体の採取方法および試料調整

本研究は、13 (C13)、25 (C25)、33 (C33)、50 (C50)、75 (C75)、100 (C100) mm のコアドリル刃で S 社製のコアドリルを用いて、JIS A 1107「コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮強度試験方法」に準じて、採取した。採取した試料は、暴露面から深さ 1 cm ごとに 8 cm まで湿式のコンクリートカッターを用いて切断した。その後、ジョーククラッシャーで 5 mm 以下にし、振動ミルで 150 μm 以下の微粉末化した後、鉄粉を取り除いた。

2-6. 全塩化物イオン量の測定

JIS A 1154「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」に準じて、電位差滴定を行い、全塩化物イオン量を測定した。

3. 結果および考察

3-1. 各水セメント比におけるドリルの塩分浸透深さの検討

図-3 は、5 サイクルにおけるドリル削孔粉のコンクリート表面からの塩化物イオン

の浸透深さを示したものである。W/C=60、80%のコンクリートにおいて表面の方が内部よりも全塩化物イオン量が大きくなった。

また径を変えた場合、W/C=60、80%において、多少のばらつきが生じたが、表層から内部までの深さごとに同量の全塩化物イオン量であることが考えられる。

3-2. 各水セメント比におけるコアの塩分浸透深さの検討

図-4 は、5 サイクルにおける各径コアのコンクリート表面からの塩化物イオンの浸透深さを示したものである。W/C=60、80%のコンクリートにおいて表面の方が内部よりも全塩化物イオン量が大きくなった。

また径を変えた場合、表面部分で大きなばらつきがあるが、内部の方では径を変えた場合でも、多少なばらつきが生じたが、同量の全塩化物イオン量があることが考えられる。

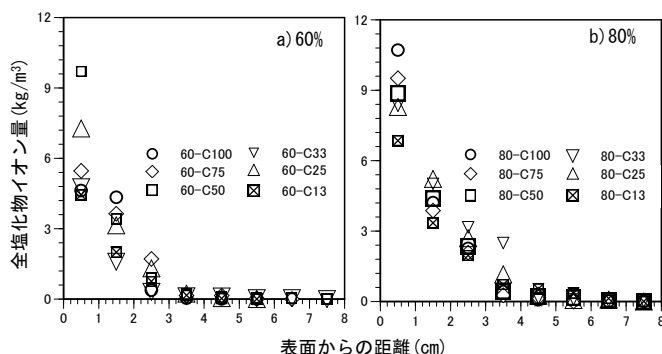


図-4 コアにおけるコンクリート表面からの全塩化物イオン量

3-3. 深さごとにみたドリル径およびコア径と全塩化物イオン量の関係

図-5、図-6 は、深さごとにみたドリル径・コア径を変えた場合の全塩化物イオン量の影響を示したものである。φ100 のコアと各径コアおよび各ドリル径をみると、表面付近の全塩化物イオン量は、大きなばらつきがみられるが、表面から深くなるにつれ、C100 の全塩化物イオン量 に近い値となった。

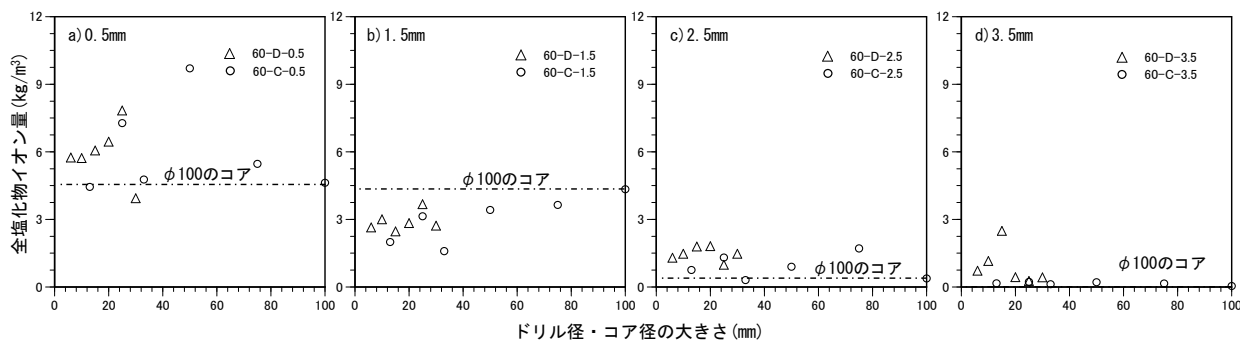


図-5 W/C=60%における深さごとにみたドリル径・コア径の全塩化物イオン量の関係

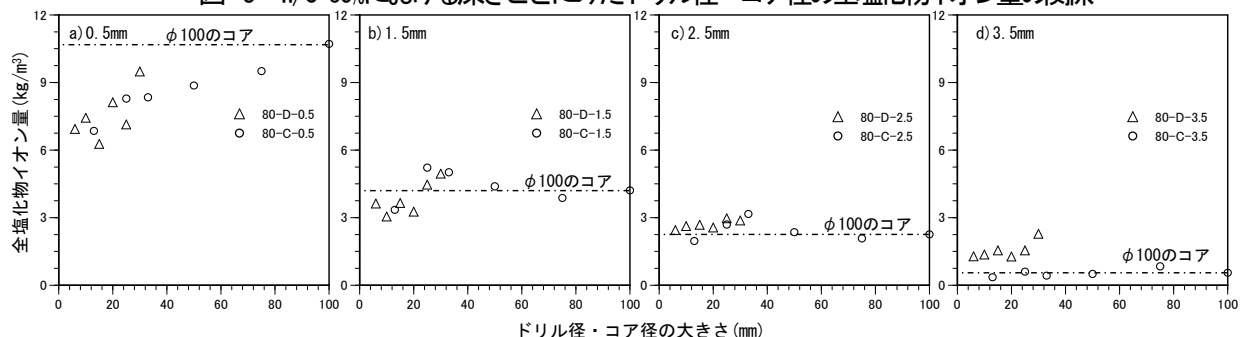


図-6 W/C=80%における深さごとにみたドリル径・コア径の全塩化物イオン量の関係

3-4. C100 とドリルおよびコアの全塩化物イオン量の関係

図-7 は、C100 とドリル削孔粉および各径コアの全塩化物イオン量を対応したものであり、表-5、表-6 は、C100 とドリル削孔粉および各径コアの全塩化物イオン量の関係式と相関係数を示したものである。C100 とドリル削孔粉および各径コアの全塩化物イオン量の関係において、C100 の全塩化物イオン量に対する傾きは、1 以下であり、ばらつきが生じているが、0.9 以上の高い相関が得られた。

4. まとめ

本報告では、塩分浸漬乾燥 5 サイクルの結果に基づき、ドリル径とコア径を変えた場合の塩化物イオン量測定に及ぼす影響を検討し、コアおよびドリルにおいて小さい径で全塩化物イオン量の測定方法を検討した結果を次の通りである。

- (1) 各水セメント比におけるドリルの塩分浸透深さの検討において、ドリル径を変えた場合、多少のばらつきが生じたが、表層から内部までの深さごとに同量の全塩化物イオン量であることが考えられる。
- (2) 各水セメント比におけるコアの塩分浸透深さの検討において、コア径を変えた場合、表面部分で大きなばらつきが生じたが、内部の方では径を変えた場合でも、多少なばらつきはあるが、同量の全塩化物イオン量があった。
- (3) 表面付近の全塩化物イオン量は、大きなばらつきがみられるが、表面から深くなるにつれ、C100 の全塩化物イオン量に近い値となった。
- (4) C100 とドリル削孔粉および各径コアの全塩化物イオン量の関係において、

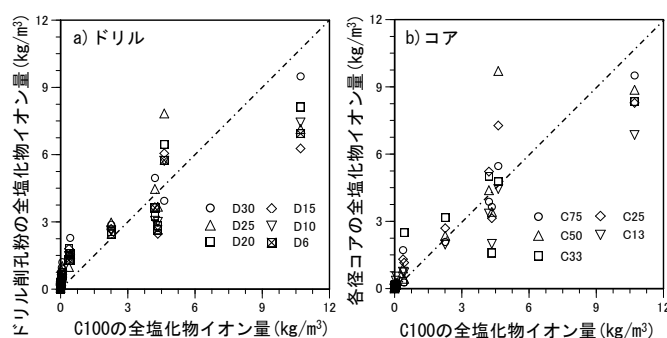


図-7 C100 と各径のドリル削孔粉およびコアの全塩化物イオン量の関係

表-5 ドリル削孔粉の関係式と相関係数

径	関係式	相関係数
D30	$Y=0.90X$	0.963
D25	$Y=0.92X$	0.919
D20	$Y=0.95X$	0.954
D15	$Y=0.92X$	0.924
D10	$Y=0.96X$	0.960
D6	$Y=0.95X$	0.950

表-6 各径コアの関係式と相関係数

径	関係式	相関係数
C75	$Y=0.93X$	0.988
C50	$Y=1.01X$	0.924
C33	$Y=0.83X$	0.948
C25	$Y=0.93X$	0.951
C13	$Y=0.68X$	0.977

C100 の全塩化物イオン量に対する傾きは、1 以下であり、ばらつきが生じているが、0.9 以上の高い相関が得られた。

謝辞 筆者の一人である日本大学名誉教授 笠井芳夫先生は、本論文の執筆中である平成 23 年 10 月 18 日に他界された。先生のご尽力に感謝するとともに、ご冥福をお祈りいたします。

[参考文献]

- 1) 湯浅昇・笠井芳夫・松井勇: ドリル削孔粉を用いたコンクリート中の塩化物イオン量の現場試験方法の提案 コンクリート工学年次論文報告集 Vol. 21, No. 2, pp1303~1308, 1999.
- 2) 中田善久・笠井芳夫・横山滋・西山直洋: コンクリートコアの直径が単位セメント量の半定試験結果に及ぼす影響 非破壊検査協会 Vol. 46, No. 7, pp511~519, 1997. 7.